

Best Available Copy

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-279246

(43)Date of publication of application : 02.10.2003

(51)Int.Cl.

F26B 5/04
F26B 9/06
H01L 21/304

(21)Application number : 2002-086724

(71)Applicant : DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD

(22)Date of filing : 26.03.2002

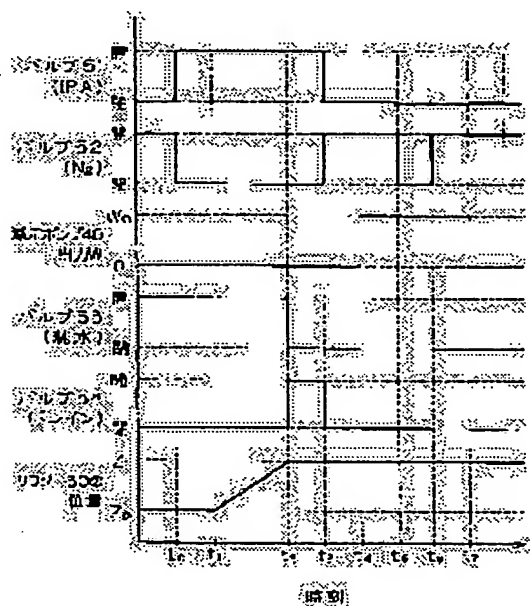
(72)Inventor : MOTOMURA MASAHIRO

(54) SUBSTRATE PROCESSING DEVICE AND SUBSTRATE PROCESSING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a substrate processing device preventing vapor of an organic solvent from changing into mist in drying under reduced pressure.

SOLUTION: In this substrate processing, a substrate to which pure water adheres is exposed to IPA vapor to condense IPA on the substrate, and subsequently the atmosphere in a storing container is forcibly evacuated by a pressure reducing pump to evaporate and dry the IPA on the substrate. In the forced evacuation over a designated period of time t_4 to t_7 , nitrogen gas is supplied in the preset maximum supply quantity to the atmosphere in the storing container during designated time t_4 to t_7 . Thus, the atmospheric temperature in the storing container is controlled to keep the IPA vapor in the unsaturated state and dry the substrate under reduced pressure. As a result, the IPA vapor is prevented from changing into mist in the atmosphere in the storing container so as to restrain drying failure.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.02.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-279246

(P2003-279246A)

(43)公開日 平成15年10月2日 (2003. 10. 2)

(51)Int.Cl.	識別記号	F I	テーム(参考)
F 2 6 B 5/04		F 2 6 B 5/04	3 L 1 1 3
9/06		9/06	A
H 0 1 L 21/304	6 5 1	H 0 1 L 21/304	6 5 1 H
			6 5 1 J
			6 5 1 K
審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 12 頁)			

(21)出願番号 特願2002-86724(P2002-86724)

(22)出願日 平成14年3月26日 (2002. 3. 26)

(71)出願人 00020/551

大日本スクリーン製造株式会社

京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1

(72)発明者 基村 雅洋

京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 大日本スクリーン製造株式会社内

(74)代理人 100089233

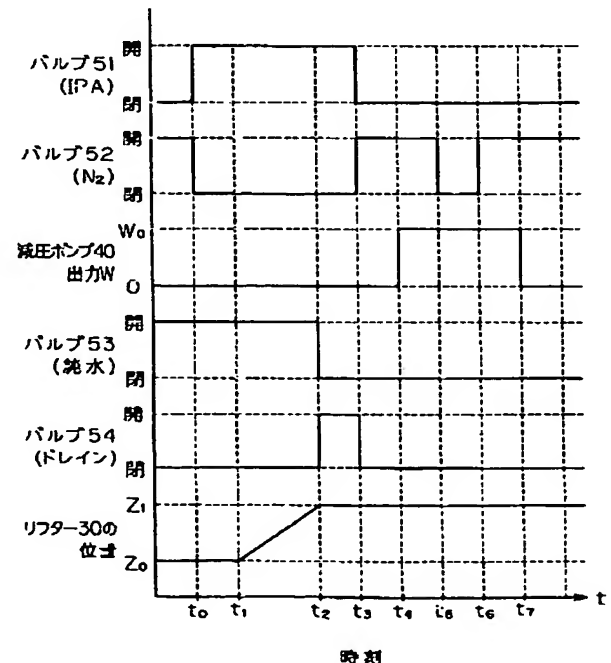
弁理士 吉田 茂明 (外2名)

Fターム(参考) 3L113 AA01 AB02 AC23 AC29 BA34
DA01

(54)【発明の名称】 基板処理装置および基板処理方法

(57)【要約】

【課題】 減圧乾燥の際に、有機溶剤の蒸気がミスト化しない基板処理装置を提供する。

【解決手段】 純水が付着した基板をIPA蒸気に曝して、基板上にIPAを凝縮させ、続いて、減圧ポンプにより収容器内の雰囲気気を強制排気することによって基板上のIPAを蒸発乾燥する基板処理において、所定期間 t_4 〜 t_7 にわたって強制排気する際に、窒素ガスを所定時間 t_4 〜 t_7 の間、最大供給量に設定して収容器内の雰囲気気に供給する。これにより、収容器内の雰囲気気温度を制御して、IPA蒸気を未飽和状態に維持しつつ減圧しながら基板乾燥することが可能となる。その結果、IPA蒸気が収容器内の雰囲気気でミスト化することを防止し、乾燥不良を抑制することができる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 純水による洗浄処理が終了した基板の乾燥処理を行う基板処理装置であって、

収容器と、

前記収容器内に設けられ、有機溶剤の蒸気を吐出し、前記収容器内に前記有機溶剤を含む雰囲気を形成する有機溶剤吐出手段と、

前記収容器内の気体環境の調整を行う環境調整手段と、前記環境調整手段を制御することにより、前記収容器内での前記有機溶剤の蒸気を未飽和状態に維持しつつ前記収容器内の減圧を行わせる制御手段と、を備えることを特徴とする基板処理装置。

【請求項2】 請求項1に記載の基板処理装置であって、

前記環境調整手段は、

前記収容器内の減圧を行う減圧手段と、

前記収容器内に不活性ガスを吐出する不活性ガス吐出手段と、を備え、

前記制御手段は、前記不活性ガス吐出手段から前記収容器内への前記不活性ガスの吐出によって、前記減圧手段による前記収容器内の減圧を緩和させることにより、前記未飽和状態での減圧を行わせることを特徴とする基板処理装置。

【請求項3】 請求項2に記載の基板処理装置であって、

前記制御手段は、前記不活性ガスによって、前記有機溶剤の蒸気の一部または全部を置換した後、前記収容器内を減圧させることを特徴とする基板処理装置。

【請求項4】 請求項1または請求項3に記載の基板処理装置であって、

前記収容器内に設けられ、純水を貯留して当該純水中に基板を浸漬して洗浄処理を行う処理槽と、

前記処理槽に貯留された純水を排出する排出路と、を備え、

前記有機溶剤吐出手段は、前記処理槽に貯留された純水が前記排出路から排出されてから前記有機溶剤を吐出することを特徴とする基板処理装置。

【請求項5】 請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の基板処理装置であって、

基板を前記処理槽から前記有機溶剤の蒸気を含む雰囲気中に引き揚げる引き揚げ手段、をさらに備えることを特徴とする基板処理装置。

【請求項6】 請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の基板処理装置であって、前記有機溶剤はイソプロピルアルコールであることを特徴とする基板処理装置。

【請求項7】 純水による洗浄処理が終了した基板の乾燥処理を行う基板処理方法であって、

基板を収容した収容器内に有機溶剤の蒸気を吐出し、前記収容器内に前記有機溶剤を含む雰囲気を形成する有機溶剤吐出工程と、

基板のある前記収容器内での前記有機溶剤の蒸気を未飽和状態に維持しつつ前記収容器内の減圧を行う減圧工程と、を備えることを特徴とする基板処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、純水によって洗浄された後の半導体基板、液晶表示装置用ガラス基板、フォトマスク用ガラス基板、光ディスク用基板等（以下、単に「基板」と呼ぶ）を減圧乾燥させる基板処理装置および基板処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、基板の製造工程においては、フッ酸等の薬液による処理および純水による洗浄処理を順次行った後、純水から基板を引き出しつつイソプロピルアルコール（以下、「IPA」と称する）等の有機溶剤の蒸気を基板の周辺に供給して乾燥処理を行う基板処理装置が用いられている。特に、基板上に形成されるパターンの構造の複雑化、微細化が進展している近年においては、IPAの蒸気を供給しつつ純水から基板を引き揚げ、続いてIPA蒸気を含む雰囲気を減圧する減圧機能を搭載した引き揚げ乾燥方式が主流になりつつある。

【0003】減圧機能を搭載した引き揚げ乾燥方式の基板処理装置は、純水による洗浄処理を行う処理槽を収容器の内部に収容しており、従来は以下の手順により基板に付着した純水の乾燥が行われる。まず初めに、処理槽における洗浄処理終了後、収容器内部にIPA蒸気を供給し、処理槽の上方にIPAの雰囲気を形成する。次に、処理槽に貯留されている純水からIPA雰囲気中に基板を引き揚げる。この過程において、IPA蒸気が基板上に凝縮する。続いて、収容器内に窒素ガスを送りこみ、収容器内を窒素雰囲気とする。そして、収容器内を減圧ポンプにより一気に減圧して基板上のIPAを蒸発させて基板の乾燥処理が行われる。

【0004】ここで、収容器内を減圧ポンプにより減圧するのは、収容器内に気体状態で残存するIPA蒸気を収容器内から強制的に排気し、収容器内のIPA分圧を収容器内温度によって定まるIPAの飽和蒸気圧より低下させ、基板上に付着したIPAが蒸発するのを促進させて、乾燥処理を迅速に行うためである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、一般的に、物質が気体の状態で存在することのできる密度は、温度に比例することが知られている。また、収容器内を熱交換なく一気に減圧すると、収容器内の雰囲気が断熱膨張して収容器内温度が低下することも知られている。そのため、減圧ポンプによって収容器内から排出されるIPA量と比較して、断熱膨張による温度低下が優り、その結果、収容器内のIPA蒸気の密度が、収容器内の雰囲気温度においてIPA蒸気が存在できる最大密度（以下、「IPA飽和密度」とも呼ぶ）より大きくなった場

合、収容器内に微細なIPAミストが発生する。このミストが基板上に形成されたトレンチ構造等の微細なパターンに付着すると、基板上にパーティクルが発生して乾燥不良の問題が生じる。

【0006】そして、このような問題は、IPAを用いた乾燥処理に限らず、有機溶剤を乾燥剤として使用する基板処理一般において生じる問題である。

【0007】そこで、本発明では、収容器内の雰囲気気を減圧して乾燥する処理において、有機溶剤が収容器内でミスト化することを防止し、微細パーティクルが発生することを抑制して、乾燥不良の発生を抑制することができる基板処理装置および基板処理方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決すべく、請求項1に記載の発明は、純水による洗浄処理が終了した基板の乾燥処理を行う基板処理装置であって、収容器と、前記収容器内に設けられ、有機溶剤の蒸気を吐出し、前記収容器内に前記有機溶剤を含む雰囲気気を形成する有機溶剤吐出手段と、前記収容器内の気体環境の調整を行う環境調整手段と、前記環境調整手段を制御することにより、前記収容器内での前記有機溶剤の蒸気を未飽和状態に維持しつつ前記収容器内の減圧を行わせる制御手段と、を備えることを特徴とする。

【0009】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の基板処理装置であって、前記環境調整手段は、前記収容器内の減圧を行う減圧手段と、前記収容器内に不活性ガスを吐出する不活性ガス吐出手段と、を備え、前記制御手段は、前記不活性ガス吐出手段から前記収容器内への前記不活性ガスの吐出によって、前記減圧手段による前記収容器内の減圧を緩和させることにより、前記未飽和状態での減圧を行わせることを特徴とする。

【0010】請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の基板処理装置であって、前記制御手段は、前記不活性ガスによって、前記有機溶剤の蒸気の一部または全部を置換した後、前記収容器内を減圧させることを特徴とする。

【0011】請求項4に記載の発明は、請求項1または請求項3に記載の基板処理装置であって、前記収容器内に設けられ、純水を貯留して当該純水中に基板を浸漬して洗浄処理を行う処理槽と、前記処理槽に貯留された純水を排出する排出路と、を備え、前記有機溶剤吐出手段は、前記処理槽に貯留された純水が前記排出路から排出されてから前記有機溶剤を吐出することを特徴とする。

【0012】請求項5に記載の発明は、請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の基板処理装置であって、基板を前記処理槽から前記有機溶剤の蒸気を含む雰囲気中に引き揚げる引き揚げ手段をさらに備えることを特徴とする。

【0013】請求項6に記載の発明は、請求項1ないし

請求項5のいずれかに記載の基板処理装置であって、前記有機溶剤はイソプロピルアルコールであることを特徴とする。

【0014】請求項7に記載の発明は、純水による洗浄処理が終了した基板の乾燥処理を行う基板処理方法であって、基板を収容した収容器内に有機溶剤の蒸気を吐出し、前記収容器内に前記有機溶剤を含む雰囲気気を形成する有機溶剤吐出工程と、基板のある前記収容器内での前記有機溶剤の蒸気を未飽和状態に維持しつつ前記収容器内の減圧を行う減圧工程と、を備えることを特徴とする。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0016】<1. 第1実施形態>

(1) 基板処理装置の構成

まず、本発明の第1実施形態について説明する。図1および図3に、本発明の第1実施形態における基板処理装置1の正面図を、図2に、図1に示す基板処理装置1の平面図を、図4に、図1に示す基板処理装置1の側面図をそれぞれ示す。なお、図1および以降の各図にはそれらの方向関係を明確にするため必要に応じてZ軸方向を鉛直方向とし、XY平面を水平平面とするXYZ直交座標系を付している。

【0017】図1に示すように、基板処理装置1は、純水による基板の洗浄処理を行い、洗浄処理が終了した基板をIPAにより乾燥させる装置であって、主として、収容器10、処理槽20、昇降機構30、減圧ポンプ40を備えている。

【0018】収容器10は、その内部に処理槽20、昇降機構30、ガス吐出ノズル11等を収容する筐体である。収容器10の上部は図示を省略するスライド式開閉機構によって開閉可能とされている。収容器10の上部を開放した状態では、その開放部分から基板の搬出入を行うことができる。一方、収容器10の上部を閉鎖した状態では、その内部を密閉空間とすることができる。

【0019】処理槽20は、フッ酸等の薬液または純水（以下、これらを総称して「処理液」とする）を貯留して基板に順次表面処理を行う槽であり、収容器10の内部に収容されている。処理槽20の底部近傍には2本の処理液吐出ノズル21が配置されている。処理液吐出ノズル21は、配管13（13a、13b、13c、13d）およびバルブ53を介して純水供給源63に接続されている。そのため、バルブ53を開放して処理槽20に純水を貯留することにより、基板の洗浄処理を行うことができる。さらに、図示しない処理液供給源から処理液吐出ノズル21を介して処理槽20に処理液を供給することにより、純水による洗浄処理以外の基板処理を行うことも可能である。

【0020】処理液は処理槽20の底部から供給されて

処理槽20の上端部から溢れ出る。このため、処理槽20の上端部には回収部22が配置されており、処理槽20の上部から溢れ出した処理液の排液は回収部22において回収され、排出路42(42b、42c、42d、42e)と工場ラインLEとを介して基板処理装置1の外へ排出される。処理槽20の底部に設けたバルブ54を開放することにより、処理槽20に貯留した使用済の処理液の排液も排出路42(42a)に排出される。

【0021】なお、処理槽20に急速排液機構を設けて、処理槽20内に貯留されている処理液を強制的に急速に排出路42へ排出してもよい。また、この排出路42を含めて、以下に説明する液体の供給路や排出路は配管によって構成されている。

【0022】昇降機構30は、処理槽20に貯留されている処理液に一組の複数の基板100(ロット)を浸漬させる機構である。図2に示すように、昇降機構30は、リフター31と、リフターアーム32と、基板100を保持する3本の保持棒33、34、35とを備えている。3本の保持棒33、34、35のそれぞれには基板100の外縁部がはまり込んで基板100を起立姿勢にて保持する複数の保持溝が所定間隔にてX方向に配列して設けられている。それぞれの保持溝は、切欠状の溝である。3本の保持棒33、34、35はリフターアーム32に固設され、リフターアーム32はリフター31によって鉛直方向(Z方向)に昇降可能に設けられている(図3)。

【0023】このような構成により、昇降機構30は3本の保持棒33、34、35によってX方向に相互に平行に配列されて保持された複数の基板100を処理槽20に貯留されている処理液に浸漬する位置(図3の点線位置)とその処理液から完全に引き揚げた位置(図3の実線位置)との間で昇降させる。なお、収容器10の内部には2本のガス吐出ノズル11が、収容器10の上部近傍に設けられている。図4に示すように、ガス吐出ノズル11のそれぞれは、X方向に沿って伸びる中空の管状部材であり、X方向に等間隔にて配列された複数の吐出孔11aを備えている。複数の吐出孔11aのそれぞれは、吐出方向が略水平方向となるように形成されている。

【0024】また、2本のガス吐出ノズル11は、配管12(12a、12b、12c、12d、12f)およびバルブ51を介してIPA蒸気供給源61と、配管12(12a、12b、12c、12e、12g)およびバルブ52を介して窒素ガス供給源62とに接続される。そのため、バルブ51を開放することにより、ガス吐出ノズル11からIPA蒸気を吐出してIPA蒸気を含む雰囲気、またバルブ52を開放することにより、ガス吐出ノズル11から窒素ガスを吐出して窒素ガスを含む雰囲気を、収容器10内に形成する。

【0025】減圧ポンプ40は、収容器10内の雰囲気

を強制的に排気して、収容器10内の圧力を減少させる。排気された雰囲気中の気体は、配管41を介して工場ラインLEに排出される。また、減圧ポンプ40は、後述する制御部70の指令によって起動、停止したり、排気出力を調整することが可能な構成となっており、排気出力に応じた排気量によって収容器10内の雰囲気を排気することができるため、収容器10内の圧力を制御しつつ減圧する。

【0026】以上の要素のうち、①窒素ガス供給源62およびガス吐出ノズル11を有するガス供給系と、②減圧ポンプ40と配管41とを有する減圧系との2つの系が、収容器10内の気体環境調整を行う環境調整手段の要素となっている。

【0027】制御部70は、プログラムや変数等を格納するメモリ71と、メモリ71に格納されたプログラムに従った制御を実行するCPU72とを備えている。CPU72は、メモリ71に格納されているプログラムに従って、昇降機構30の昇降制御、減圧ポンプ40の排気量制御、および各バルブの開閉や各バルブを流れる処理液または排液の流量を制御するバルブ制御等を所定のタイミングで行う。したがって、この制御部70は上記の環境調整手段を含む各部の制御を行うことになる。

【0028】(2) 基板の乾燥処理

a) 乾燥処理シーケンス

ここでは、基板の乾燥処理シーケンスについて説明する。図5は、時刻t0からの期間における乾燥処理における給排液部のバルブのそれぞれの開閉状態、減圧ポンプの出力および昇降機構の位置の一例を示すタイミングチャートである。

【0029】図5に示すように、時刻t0において、窒素ガス供給源62に連通するバルブ52が閉鎖され収容器10内への窒素ガスの供給が停止されるとともに、IPA蒸気供給源61に連通するバルブ51が開放され、IPA蒸気がガス吐出ノズル11から収容器10の内部に噴出し始める。そのため、収容器10の上方にはIPA蒸気を含む雰囲気が形成される。また、時刻t0において、処理槽20には純水が貯留されており、純水供給源63に連通するバルブ53が開放されている。そのため、処理槽20の上部から溢れ出した純水は回収部22で回収され、排出路42を介して工場ラインLEに排出される。

【0030】次に、時刻t1からt2において、昇降機構30は図3に示すZ=Z0(点線位置)からZ=Z1(実線位置)まで上昇させられる。処理槽20に貯留された純水に浸漬された複数の基板100は、処理槽20から引き揚げられる。このとき、基板100は、ガス吐出ノズル11から吐出されるIPA蒸気に曝されるため、それぞれの基板100の表面にはIPA蒸気が凝縮する。ここで、IPAは、純水より表面張力が小さく、さらに蒸発潜熱の小さい有機溶剤であるため、効率よく

基板を乾燥することができる。

【0031】続いて、時刻 t_2 において、バルブ53を閉鎖して処理槽20への純水供給を停止させるとともに、バルブ54を開放して処理槽20に貯留された純水を排出路42を介して工場ラインLEに排出される。そして、処理槽20から排出路42への純水の排出が終了すると、バルブ53を閉鎖する(時刻 t_3)。

【0032】続いて、時刻 t_3 において、バルブ51が閉鎖されIPA蒸気の供給が停止されるとともに、窒素ガス供給源62に連通するバルブ52が開放されてガス吐出ノズル11から窒素ガスが供給される。その結果、収容器10内に存在するIPA蒸気は窒素ガスと置換されIPA蒸気の濃度が低下するため、収容器10内のIPA蒸気の分圧が低下する。

【0033】続いて、時刻 t_4 において、減圧ポンプ40の出力 W を0から最大出力値 W_0 に設定し、収容器10内の雰囲気が強制的に排気され減圧される。そして、収容器10内のIPA分圧が収容器10内の雰囲気温度 T によって定まるIPAの飽和蒸気圧より低下すると、基板100上に凝縮しているIPAが急速に蒸発して基板の乾燥処理が迅速に行われる。このとき、収容器10内の雰囲気に存在するIPA蒸気の排気効率を高めるため、窒素ガスが供給され続けている。

【0034】続いて、時刻 t_5 において、バルブ52を閉鎖して収容器10への窒素ガスの供給を停止する。このとき、減圧ポンプ40により収容器10内を減圧し続けているため、基板100上に凝縮しているIPAがさらに蒸発し続ける。

【0035】続いて、時刻 t_6 において、バルブ52を開放して窒素ガスの供給を再開し、基板100の乾燥が完了した時刻 t_7 において減圧ポンプ40の出力をゼロにする。このときも窒素ガスが供給し続けられているため、収容器10内の圧力が増加し、大気圧まで回復させられる。

【0036】以上の手順により、基板100にIPA蒸気を凝縮させ、さらに収容器10内を減圧して基板100上のIPAを蒸発させることによって、乾燥処理は行われる。

【0037】b) 収容器内の圧力変化

ここでは、図6を使用して、図5に示す窒素ガスの供給が開始される時刻 t_3 から減圧ポンプ40の出力 W がゼロとなる時刻 t_7 における、ガス吐出ノズル11から吐出される単位時間当たりの窒素ガスの供給量(供給レート)および減圧ポンプ40の出力(減圧レート)と、収容器10内の圧力との関係について従来の乾燥処理と比較しつつ説明する。

【0038】図6(a)は、時刻 t_3 から時刻 t_7 における従来の乾燥処理による単位時間当たりの窒素ガス供給量 V' と、第1実施形態における乾燥処理による単位時間当たり窒素ガスの供給量 V と、減圧ポンプ40の出力

W との一例を示すタイミングチャートを示す図である。

また、図6(b)は、図6(a)に示すように窒素ガス供給量および減圧ポンプ40の出力を設定した場合の収容器10内の圧力 P と時刻 t の関係を示す図である。なお、図6(b)の点線は従来の乾燥処理による収容器10内の圧力曲線C1を、実線は本発明に係る乾燥処理による収容器10内の圧力曲線C2をそれぞれ示す。

【0039】図6(a)に示すように、第1実施形態に係る乾燥処理の構成は、従来の乾燥処理と比較して、時刻 t_4 から t_5 における単位時間当たりの窒素ガス供給量が異なるだけで、その他の構成は同じである。

【0040】従来の乾燥処理では、図6(a)に示すように時刻 t_3 において、窒素ガス供給源62から最大供給量 V_0 となるようにバルブ52が開放され、収容器10内に窒素ガスが噴出し始める。ここで、収容器10内の雰囲気は、減圧ポンプ40による強制排気する場合を除いて図示しない配管によって収容器10外と連通しているため、収容器10内の圧力 P は一定値 P_0 となる。

【0041】次に、時刻 t_4 において、バルブ52を通過する窒素ガスの流量を、最大供給量 V_0 から V_1 に低下させるとともに、減圧ポンプ40の出力 W をゼロから最大出力 W_0 に増加させて、収容器10内の雰囲気を減圧する。ここで、窒素ガスの供給量 V_1 はIPA蒸気と窒素ガスとを置換するのに十分な量でありながら、減圧ポンプ40による単位時間あたりの排気量と比較して十分少ない量であるため、収容器10内の雰囲気のIPA蒸気を迅速に排気して乾燥時間が短縮される。このとき、収容器10内の雰囲気は、減圧ポンプ40によって急激に収容器10の外部へ排気されることにより、収容器10の雰囲気の圧力が急激に低下し、その結果、収容器10内の雰囲気が断熱膨張された場合と同様な状態となるため、雰囲気温度 T が低下する。

【0042】続いて、時刻 t_5 において、バルブ52を閉鎖して窒素ガスの供給を停止する。このとき、減圧ポンプ40は、最大出力 W_0 で作動しているため、収容器10内はさらに減圧され続ける。そして、減圧ポンプ40の性能によって定まる圧力 P_1 に近づくにつれ、圧力曲線C1の傾き(時刻 t 軸となす正接、以下同じ)の絶対値が徐々に小さくなり傾きの値がゼロに漸近する。

【0043】続いて、時刻 t_6 において、バルブ52を最大供給量 V_0 となるように開放して窒素ガスを収容器10内の雰囲気に再供給し、時刻 t_7 において、減圧ポンプ40の出力 W をゼロにする。そして、収容器10内の圧力 P が P_0 となった時点で乾燥処理を終了する。

【0044】このように、従来の乾燥処理では、時刻 t_4 から t_5 において窒素ガスの供給量 V' を V_0 から V_1 に低下させることにより、乾燥時間を短縮させている。しかし、収容器10内の圧力を一気に減圧すると、断熱膨張の影響により収容器10内の雰囲気温度 T が急激に低下する。そして、収容器10内のIPA蒸気の濃

度が、収容器10内の雰囲気温度 T によって定まるIPA蒸気の飽和濃度（以下、「IPA飽和濃度」とも呼ぶ）を超えると、雰囲気内のIPA蒸気が凝縮して微細なミストが発生し、この微細なIPAミストが基板上に形成されたトレンチ構造等の微細なパターンに付着することによって、基板上に微細なパーティクルが発生し、乾燥不良の問題が生じていた。

【0045】一方、第1実施形態における乾燥処理では、図6(a)に示すように時刻 t_3 において、従来の乾燥処理と同様に窒素ガスの供給量を最大供給量 V_0 として収容器10内の雰囲気に供給する。このとき、収容器10内の圧力 P は、従来の乾燥処理と同様に一定圧力 P_0 となる。

【0046】次に、時刻 t_4 において、窒素ガスの供給量を V_0 一定のまま、減圧ポンプ40の出力 W を最大出力 W_0 として収容器10内の減圧を開始する。このとき、収容器10内への窒素ガスの供給量 V は、従来の乾燥処理の窒素ガス供給量 V' と比べて多くなる。そのため、時刻 t_4 から t_5 における収容器10内の圧力曲線C2の傾きの絶対値は、従来の乾燥処理の圧力曲線C1と比較して小さくなり、圧力値も従来の乾燥処理と比べて高くなる（図6(b)）。また、このとき、窒素ガスが供給され続けているので、収容器10内の雰囲気に含まれるIPA蒸気は窒素ガスと置換されるため、IPA蒸気を迅速に排気して乾燥時間を短縮することができる。

【0047】続いて、時刻 t_5 において、バルブ52を閉鎖して窒素ガスの供給を停止する。このとき、収容器10内の雰囲気は、減圧ポンプ40により排出され続けているので、収容器10内の圧力値は P_2 から、一気に減圧される。そして、圧力値が減圧ポンプ40の性能によって定まる圧力 P_1 に近づくにつれて、圧力曲線C2の傾きが徐々に緩やかとなる。

【0048】そして、時刻 t_6 において、バルブ52を最大供給量 V_0 となるように開放して窒素ガスの供給を再開し、時刻 t_7 において、減圧ポンプ40の出力 W をゼロにして、収容器10内の圧力 P を一気に P_0 まで上昇させて乾燥処理を終了する。

【0049】ここで、第1実施形態における乾燥処理の圧力曲線C2と、従来の乾燥処理の圧力曲線C1とを比較すると、収容器10内の圧力 P が $P_0 \geq P > P_2$ の範囲において、圧力値が等しくなる個所（例えば、 $P = P'$ ）における曲線の傾きの絶対値は、圧力曲線C2の方がC1より小さくなる。そのため、同一圧力において、第1実施形態における乾燥処理は、従来の乾燥処理と比較して断熱膨張の影響を受けにくい。したがって、収容器10内の圧力 P が $P_0 \geq P > P_2$ の範囲において、同一圧力値における収容器10内の雰囲気温度 T は、第1実施形態に係る乾燥処理の方が高くなる。

【0050】また、収容器10内の圧力 P が $P_2 \geq P >$

P_1 （減圧ポンプ40の性能によって定まる値）の範囲において、圧力値が等しくなる個所（例えば、 $P = P''$ ）における曲線の傾きの絶対値は、圧力曲線C2とC1とはほぼ等しくなるため、断熱膨張の影響による収容器10内の雰囲気温度 T の低下量はほぼ等しくなる。ここで、収容器10内の圧力 P が $P_2 \geq P > P_1$ となる範囲において、圧力曲線C1によって指定される圧力値 P と、その圧力値 P における収容器10内の雰囲気温度 T との関係式を $T = T_1(P)$ および圧力 $P = P_2$ における雰囲気温度を T_{12} とし、また、圧力曲線C2によって指定される圧力値 P と、その圧力値 P における雰囲気温度 T との関係式を $T = T_2(P)$ および圧力 $P = P_2$ における雰囲気温度を T_{22} とすると、圧力値 P が同一の場合における第1実施形態と従来の乾燥処理との雰囲気温度差 ΔT は、第1実施形態における乾燥処理と従来の乾燥処理とで、圧力低下による雰囲気温度 T の低下量がほぼ等しくなるため、 $\Delta T = T_1(P) - T_2(P) = T_{12} - T_{22}$ （一定）となる。したがって、収容器10内の圧力 P が $P_2 \geq P > P_1$ となる範囲において、第1実施形態における乾燥処理では、時刻 t_4 から t_5 において窒素ガスを最大供給量 V_0 だけ供給することにより、同一圧力値における収容器10内の雰囲気温度 T を、従来の乾燥処理と比較して ΔT だけ高い温度に制御することができる。

【0051】(3) 第1実施形態の基板処理装置の利点以上のように、第1実施形態の基板処理装置の乾燥処理では、時刻 t_4 から t_5 において収容器10内に窒素ガスの供給量を最大供給量 V_0 とすることにより、雰囲気温度 T を制御しながら収容器10内の雰囲気を減圧することができる。そのため、従来の乾燥処理では、収容器10内の雰囲気を一気に減圧することにより雰囲気温度 T が急激に低下して、収容器10内のIPA濃度がIPA飽和密度以上となり、IPA蒸気がミスト化していた雰囲気温度 T でも、この実施形態の装置ではIPA蒸気の未飽和状態を減圧の開始から完了まで持続的に維持できることになり、このような減圧パターンにしたがった制御を行う結果、ミスト化の発生を防止しつつ乾燥処理を行うことができ、乾燥不良の発生を抑制することができる。

【0052】また、IPA蒸気がミスト化することを防止しつつ収容器10内の雰囲気を減圧することができるため、乾燥処理における雰囲気温度 T を従来の乾燥処理と比較して低く設定することができる。その結果、基板100の表面温度より雰囲気温度 T を低くしてIPA蒸気が基板100上に凝縮することを促進することができる。乾燥効率を向上させてIPA消費量を低減することができる。

【0053】また、トレンチ構造等の基板100上に形成された微細パターン内部の水滴を効率的に排出することができ、乾燥性能を向上させることができる。

【0054】また、雰囲気温度 T を制御して減圧することにより、雰囲気温度 T を基板100の表面温度より低くすることにより、IPA蒸気が基板100上に凝縮することを促進することができる。そのため、従来基板処理装置より収容器10内のIPA蒸気の濃度を低下させても同等の乾燥性能および乾燥効率を得ることができるため、IPAの使用量を削減することが可能となり、これまでIPAとの反応性を有するため使用が困難だった工程の乾燥処理にも適用することができる。

【0055】＜2. 第2実施形態＞次に、本発明の第2実施形態について説明する。第2実施形態の基板処理装置の機構的構成は第1実施形態と全く同様であるため、その説明は省略する。第2実施形態が第1実施形態と異なるのは、バルブ51を開放してIPA蒸気供給源61から収容器10内にIPA蒸気を供給するタイミングのみである。

【0056】図7に、第2実施形態における給排液部のバルブのそれぞれの開閉状態、減圧ポンプの出力および昇降機構の位置の一例を示すタイミングチャートを示す。

【0057】第2実施形態では、時刻 t_0 においてバルブ52を閉鎖して窒素ガスの供給を停止する。このときバルブ53は開放されており、処理槽20に純水供給源63から供給される純水が供給され続けて純水処理が行われる。

【0058】次に、純水による洗浄処理の終了した時刻 t_1 において、昇降機構30は図3に示す $Z=Z_0$ （点線位置）から $Z=Z_1$ （実線位置）まで上昇させられて、処理槽20に貯留された純水に浸漬された複数の基板100は、処理槽20から引き揚げられる。

【0059】続いて、時刻 t_2 において、バルブ54を閉鎖して処理槽20への純水供給を停止するとともに、バルブ54を開放して処理槽20に貯留された純水を排出路42に排出し、工場ラインLEとを介して基板処理装置1の外部へ排出する。また、同時にバルブ51を開放し、ガス吐出ノズル11を介してIPA蒸気供給源61から収容器10内の雰囲気にIPA蒸気が供給される。このとき、昇降機構30に固定された複数の基板100は、ガス吐出ノズル11から吐出されるIPA蒸気に曝される。

【0060】そして、時刻 t_3 から t_7 において、第1実施形態と同様の手順により乾燥処理を進行させる。ここで、時刻 t_3 から t_4 における窒素ガスの供給量は、第1実施形態と同様、最大供給量 V_0 とする。

【0061】このように、第2実施形態では、時刻 t_4 から t_7 において、第1実施形態に説明した基板100の乾燥処理を行っているため、IPA蒸気を未飽和状態に維持しつつ減圧がなされ、第2実施形態の乾燥処理は第1実施形態と同様な長所を有する。

【0062】また、第2実施形態では、IPA蒸気の供

給を時刻 t_2 から t_3 としてIPA供給時間を短縮して、IPA蒸気の供給量を軽減している。このIPA蒸気供給時間の短縮は、第1実施形態で説明したように、時刻 t_4 から t_7 における乾燥処理では、従来の乾燥処理と比較して乾燥効率を向上させ、IPA使用量を低減できることに起因して実現されている。その結果、第2実施形態の基板処理装置は、処理槽20に貯留された純水とIPA蒸気とが接触する時間を短縮することができる。処理槽20に貯留された純水へIPA蒸気が溶解する量を低減できるため、排出路42を介して工場ラインLEに排出される排液に含まれるIPAの量を減少させて排液処理費用を低減することができる。

【0063】＜3. 第3実施形態＞次に、本発明の第3実施形態について説明する。第3実施形態の基板処理装置の機構的構成は、第2実施形態と同様に第1実施形態と全く同じであるため、その説明は省略する。第3実施形態が第1実施形態と異なるのは、バルブ52を開放して窒素ガス供給源62から収容器10内に窒素ガスを供給するタイミングと、減圧ポンプ40の出力制御とである。

【0064】図8に、第3実施形態における給排液部のバルブのそれぞれの開閉状態、減圧ポンプの出力および昇降機構の位置の一例を示すタイミングチャートを示す。また、図9は、図8に示す窒素ガスの供給が開始される時刻 t_3 から減圧ポンプ40の出力 W がゼロとなる時刻 t_7 におけるガス吐出ノズル11から吐出される窒素ガスの供給量および減圧ポンプ40の出力と、収容器10内の圧力との関係を示す図である。また、図9(a)には、時刻 t_3 から時刻 t_7 における従来の乾燥処理による単位時間当たりの窒素ガス供給量 V' と、第3実施形態における乾燥処理による単位時間当たり窒素ガスの供給量 V と、従来の乾燥処理による減圧ポンプ40の出力 W と、第3実施形態における乾燥処理による減圧ポンプ40の出力 W' との一例を示すタイミングチャートを示す図である。また、図9(b)は、図9(a)に示すように窒素ガス供給量および減圧ポンプ40の出力を設定した場合の収容器10内の圧力 P と時刻 t の関係を示す図である。なお、図9(b)の点線は従来の乾燥処理による収容器10内の圧力曲線C1を、実線は第3実施形態における乾燥処理による収容器10内の圧力曲線C3をそれぞれ示す。

【0065】図8に示すように、第3実施形態では、時刻 t_0 から t_3 において、第1実施形態と同様の手順により、バルブ51～54の開閉制御を行うことにより、IPA蒸気、窒素ガスおよび純水の供給制御と、処理槽20に貯留された純水を排出制御と、昇降機構30の昇降制御とを行う。

【0066】続いて、時刻 t_3 において、バルブ51が閉鎖されIPA蒸気の供給が停止されるとともに、窒素ガス供給源62に連通するバルブ52を開放されてガス

吐出ノズル11から窒素ガスが供給される。その結果、収容器10内に存在するIPA蒸気は窒素ガスと置換されIPA蒸気の濃度が低下するため、収容器10内のIPA蒸気の分圧が低下する。

【0067】続いて、時刻 t_4 において、バルブ52が閉鎖され窒素ガスの供給が停止されるとともに、減圧ポンプ40の出力がゼロから徐々に増加させられて、時刻 t_5 において最大出力 W_0 となる。このとき、収容器10内の雰囲気気の単位時間あたりの排出量は、時刻 t_4 から t_5 において徐々に増加するため、収容器10内の圧力 P は、図9に示す圧力曲線C3のようになる。ここで、時刻 t_4 から t_5 における収容器10内の圧力曲線C3の傾きの絶対値は、第1実施形態の場合と同様、従来の乾燥処理の圧力曲線C1と比較して小さくなりなり、圧力値も従来の乾燥処理と比べて高くなる(図9(b))。

【0068】続いて、時刻 t_5 において、収容器10内の雰囲気気は、減圧ポンプ40により排出され続けているので、収容器10内の圧力値は P_3 から、一気に減圧される。そして、圧力値が減圧ポンプ40の性能によって定まる圧力 P_1 に近づくにつれて、圧力曲線C3の傾きの絶対値がゼロ値に漸近する。

【0069】そして、時刻 t_6 において、バルブ52を最大供給量 V_0 となるように開放して窒素ガスの供給を再開し、時刻 t_7 において、減圧ポンプ40の出力 W' をゼロにして、収容器10内の圧力 P を一気に P_0 まで上昇させて乾燥処理を終了する。

【0070】このように、第3実施形態では、減圧ポンプ40の出力 W' を制御して収容器10内の雰囲気気を排出することにより、IPA蒸気を未飽和状態に維持しつつ収容器10内の圧力を制御することができるため、第1実施形態と同様、収容器10内の雰囲気気温度 T を制御することが可能となる。その結果、乾燥不良の発生を抑制するなど第1実施形態と同様の長所を得ることができる。

【0071】<4. 変形例>以上、本発明の第1実施形態から第3実施形態について説明してきたが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく様々な変形が可能である。

【0072】本発明の各実施形態において、基板処理装置1は、IPA供給源61、窒素ガス供給源62、純水供給源63を独自に備えているが、別の場所に設置された供給源から工場配管を介して取得してもよい。このような場合には、基板処理装置の要素としての「環境調整手段」は、ガス吐出系としてのガス吐出ノズル11およびそれに至る配管と、減圧系とを含んで構成されることになる。

【0073】第1実施形態において、時刻 t_4 から t_5 において、窒素ガスは、単位時間当たりの最大供給量である V_0 に設定されて供給されているが、供給量はこれ

に限定されるものではなく、減圧ポンプ40によって収容器10内の雰囲気気を強制排気する際に、IPA蒸気のみストが発生しなければ窒素ガスの単位時間あたりの供給量を最大供給量 V_0 から減じてよい。また、時刻 t_4 から t_5 における窒素ガスの供給時間も、収容器10内を減圧する際にIPA蒸気のみストが発生しなければ、供給時間を短縮してもよい。さらに、収容器10内を減圧する際にIPA蒸気のみストが発生しなければ、窒素ガスの供給量および窒素ガスの供給時間を減じてよい。

【0074】また、第1実施形態において、収容器10内の雰囲気気を強制的に排気させる際に、減圧ポンプ40の出力 W を最大値 W_0 としているが、出力 W はこれに限定されるものではなく、収容器10内の容積等に応じて出力値を減じてよい。

【0075】さらに、第2実施形態の時刻 t_2 において、バルブ51を開放して収容器10内の雰囲気気にIPA蒸気の供給を開始すると同時にバルブ53を開放して処理槽20に貯留された純水を排出路42に排出しているが、バルブ51およびバルブ53の開閉タイミングはこれに限定されるものでなく、例えば、バルブ53を開放して処理槽20に貯留された純水の排出が終了してバルブ53を閉鎖した後、バルブ51を開放してIPA蒸気の供給を開始してもよい。このようなバルブ開閉タイミングとすることにより、処理槽20に貯留された純水に溶解するIPA量をさらに低減することができ、排液に含まれるIPA量をさらに低減することができる。

【0076】さらに、第3実施形態の時刻 t_4 から時刻 t_5 において、減圧ポンプ40の時刻 t と出力 W' との関係を示す出力曲線は、出力値ゼロから最大出力値 W_0 に向かって直線的に変化するように設定されているが、減圧ポンプ40の出力制御はこれに限定されるものではなく、収容器10内を減圧する際にIPA蒸気のみストが発生しなければ、出力曲線形状を例えば2次曲線形状や指数関数形状としてもよい。

【0077】

【発明の効果】請求項1から請求項7に記載の発明によれば、収容器内雰囲気気に含まれる有機溶剤の蒸気が、有機溶剤の蒸気の未飽和状態を維持しながら収容器内を減圧することができる。そのため、減圧時に有機溶剤のみストが発生することを防止し、その結果、こののみストが基板上に付着して生じる微細パーティクルの発生を抑制することができるため、基板の乾燥不良を抑制することができる。

【0078】また、減圧時に断熱膨張の影響で収容器内の温度が低下しても、有機溶剤の蒸気が気体状態を維持しつつ減圧することができるため、収容器雰囲気気の温度を低くすることができる。そのため、収容器雰囲気気の温度を基板温度より低くし、基板上への有機溶剤の凝縮を促進してことができ、トレンチ構造等の微細なパターン

内部の水滴を排出効率が向上し、乾燥性能を向上させることができる。

【0079】さらに、収容器雰囲気内の有機溶剤蒸気の濃度を低下させることができ、有機溶剤の使用量を削減することができる。

【0080】さらに、乾燥に使用する有機溶剤の濃度を減少させることができるため、従来、有機溶剤との反応性のため使用できなかった工程の乾燥処理にも適用が可能となる。

【0081】特に、請求項2に記載の発明によれば、不活性ガスの吐出量を調整しつつ収容器内の圧力を制御しながら減圧することにより、効率的に収容器内の有機溶剤の蒸気を不活性ガスと置換しながら収容器外に排出することができる。その結果、基板上で凝縮した有機溶剤を効率的に蒸発させることができるため、乾燥性能を向上させつつ、乾燥時間を短縮させることができる。

【0082】特に、請求項3に記載の発明によれば、収容器内に存在する有機溶剤の蒸気の一部または全部を不活性ガスと置換した後、収容器内を減圧することにより、収容器内の有機溶剤の蒸気分圧を低下させた状態で、減圧しながら乾燥する処理を開始することができる。その結果、基板上で凝縮した有機溶剤を効率的に蒸発させることができるため、乾燥性能を向上させつつ、乾燥時間を短縮させることができる。

【0083】特に、請求項4に記載の発明によれば、処理槽に貯留された純水が排出しされてから収容器内に有機溶剤を吐出することにより、処理槽内の純水に有機溶剤が溶解することを抑制することができるため、排液に含まれる有機溶剤の量を削減することができ、排液処理費用を軽減することができる。

【0084】特に、請求項5に記載の発明によれば、洗浄終了後の基板を有機溶剤の蒸気を含む雰囲気中に引き揚げながら曝すことにより、乾燥効率を向上させること

ができる。

【0085】特に、請求項6に記載の発明によれば、有機溶剤が純水より表面張力が小さく、さらに蒸発潜熱の小さいイソプロピルアルコールであるため、効率よく基板を乾燥することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基板処理装置の正面図である。

【図2】図1の基板処理装置の平面図である。

【図3】図1の基板処理装置の昇降機構の移動を説明するための図である。

【図4】図1の基板処理装置の側面図である。

【図5】本発明の第1実施形態における給排液部のバルブのそれぞれの開閉状態、減圧ポンプの出力および昇降機構の位置の一例を示すタイミングチャートである。

【図6】第1実施形態における窒素ガス供給量および収容器内圧力の一例を示すタイミングチャートによって、本発明と従来装置との比較を説明するための図である。

【図7】第2実施形態における給排液部のバルブのそれぞれの開閉状態、減圧ポンプの出力および昇降機構の位置の一例を示すタイミングチャートである。

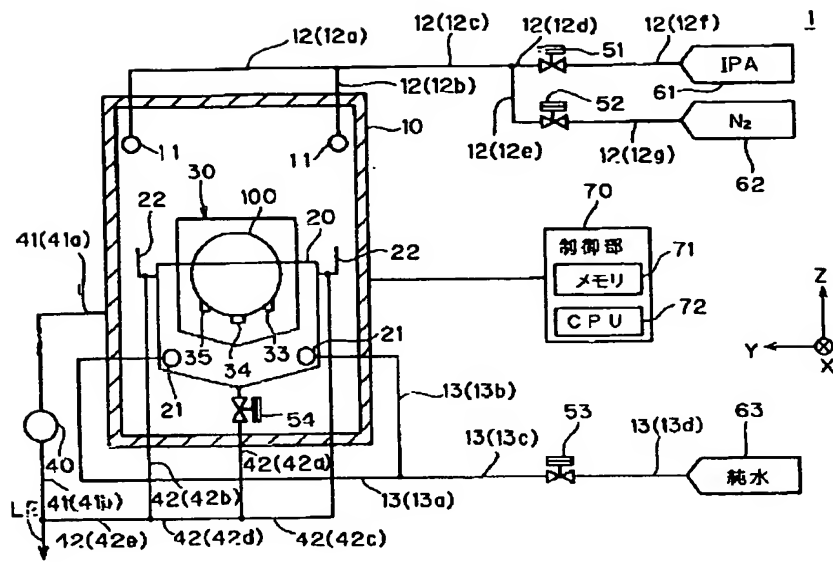
【図8】第3実施形態における給排液部のバルブのそれぞれの開閉状態、減圧ポンプの出力および昇降機構の位置の一例を示すタイミングチャートである。

【図9】第3実施形態における減圧ポンプの出力値および収容器内圧力の一例を示すタイミングチャートである。

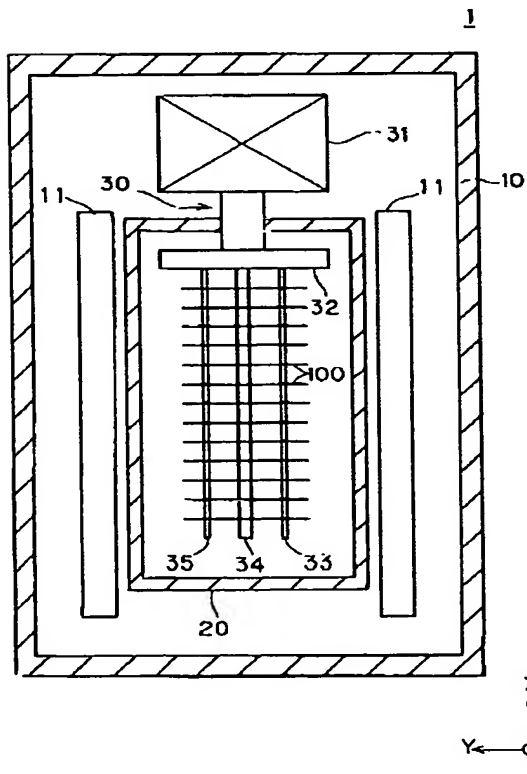
【符号の説明】

- 1 基板処理装置
- 10 収容器
- 20 処理槽
- 40 減圧ポンプ
- 100 基板
- LE 工場ライン

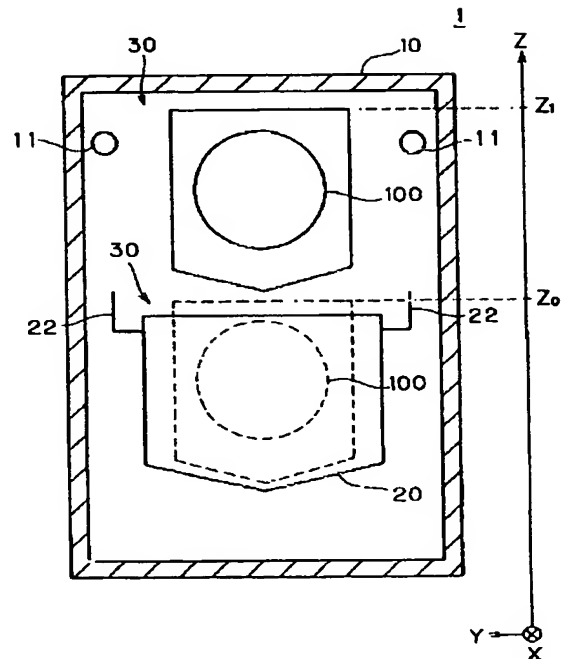
【图1】



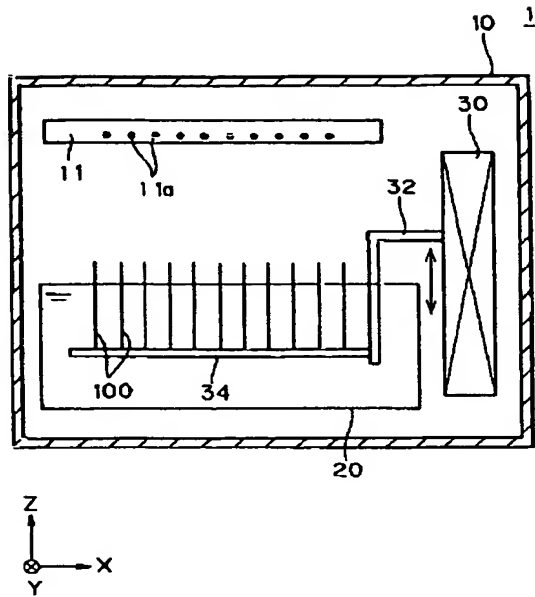
【図2】



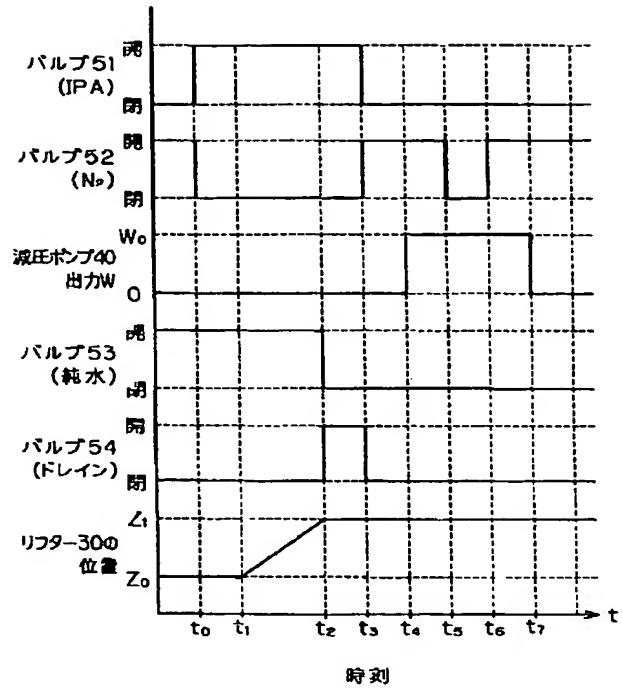
【図3】



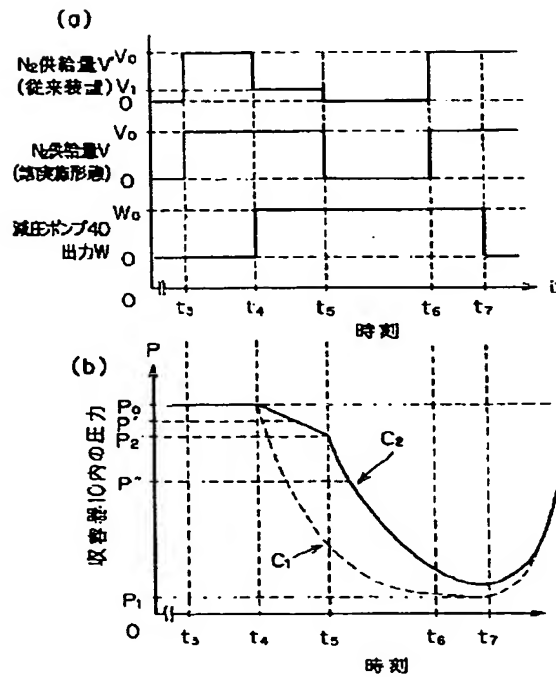
【図4】



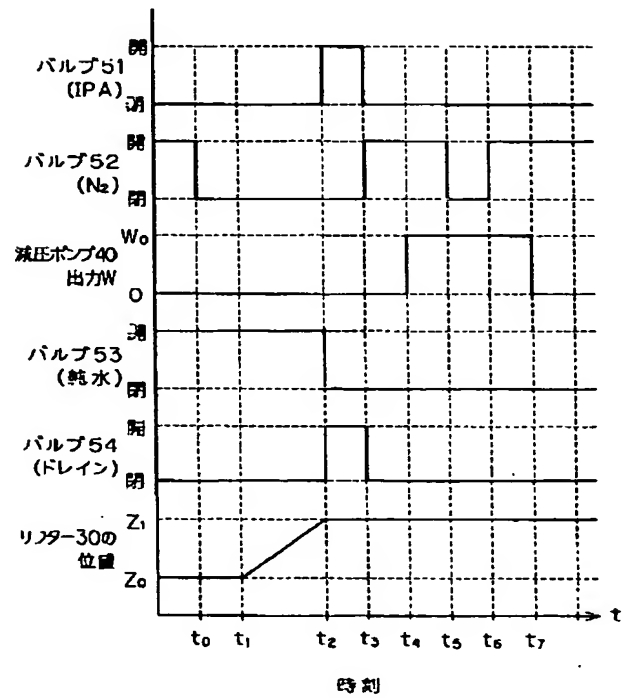
【図5】



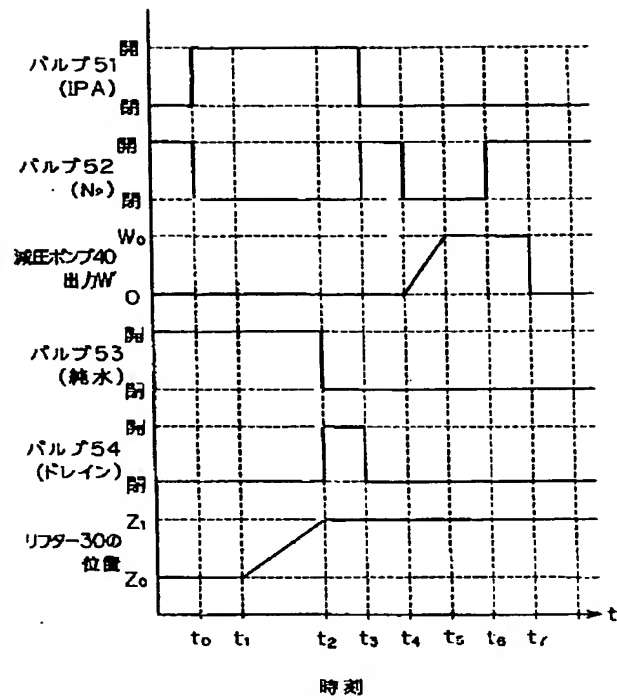
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

